

**ANALISIS EKSPERIMENTAL PENGARUH RASIO *OVERLAP* SUDU  
TERHADAP UNJUK KERJA *SAVONIUS HORIZONTAL AXIS WATER*  
*TURBINE***

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

**HASNUL KHULUQI**

**I 1414021**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

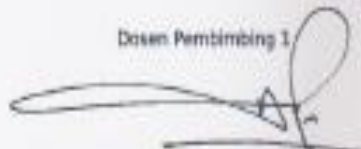
**2017**

**ANALISIS EKSPERIMENTAL PENGARUH RASIO OVERLAP SUDU  
TERHADAP UNJUK KERJA SAVONIUS HORIZONTAL AXIS WATER  
TURBINE**

Disusun Oleh

**HASNUL KHULUQI**  
NIM : 13414021

Dosen Pembimbing 1



**DR. ENG. SYAMSUL HADI, S.T., M.T.**  
NIP. 197106151998021002

Dosen Pembimbing 2



**D. DANARDONO, ST, MT, PhD**  
NIP. 194905141999031001

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **21-06-2017**, pukul  
**10:00:00**, bertempat di **M.161, Gd.1 FT-UNS**.

1. Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO, ST, MT  
197403262000031001
2. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT.  
197104251999031001
3. Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng  
198308182014041001



Kepala Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret  
Surakarta

**DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT**  
NIP. 197106151998021002

Koordinator Tugas Akhir



**DR. NURUL MUHYAT, ST, MT**  
NIP. 197003231998021001



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK  
**PROGRAM STUDI S1 TRANSFER TEKNIK MESIN**

Jl. Ir. Sutardi No. 36A Klaten Selatan Sukoharjo Telp. 0271 832183 web: mesin.fl.uns.ac.id

**SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS**  
Program Studi : S1 Transfer Teknik Mesin  
Nomor : 0732/TA/S1/05/2016

Nama : HASNUL KHULUQI  
NIM : 11414021  
Bidang : Konversi Energi  
Pembimbing 1 : DR. ENG. SYAMSUL HADI, S.T.,  
M.T./197106151998021002  
Pembimbing 2 : D. DANARDONO, ST, MT, PhD/196905141999031001  
Penguji : 1. Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO, ST, MT/  
197403262000031001  
2. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT./ 197104251999031001  
3. Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng/  
198308182014041001

Mata Kuliah Pendukung

1. TURBIN(MS04043-15)
2. POMPA & KOMPRESOR(MS06103-15)
3. AERO & HIDRO DINAMIKA(MS06033-10)

Judul Tugas Akhir

**"ANALISIS EKSPERIMENTAL PENGARUH RASIO  
OVERLAP SUDU TERHADAP UNJUK KERJA SAVONIUS  
HORIZONTAL AXIS WATER TURBINE "**



Surakarta, 2016-06-26 13:49:36  
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,

DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT  
NP. 197106151998021002

Tembusan:

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

# **ANALISIS EKSPERIMENTAL PENGARUH RASIO *OVERLAP* SUDU TERHADAP UNJUK KERJA *SAVONIUS HORIZONTAL AXIS WATER* *TURBINE***

**Hasnul Khuluqi**

Jurusan Teknik Mesin

Universitas Sebelas Maret

Indonesia

Email : [khuluqi\\_hasnul@yahoo.com](mailto:khuluqi_hasnul@yahoo.com)

## **Abstrak**

Air hujan yang ditampung lalu dialirkan di sebuah pipa berdiameter 3 inchi mempunyai potensi energi yang dapat dimanfaatkan sebagai pemutar turbin yang mampu menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik. Pada penelitian ini turbin yang dipakai ialah turbin *savonius* sumbu *horizontal* dengan variasi rasio *overlap* sudu pada pembangkit *pico hydro*. Turbin *savonius* memanfaatkan gaya *drag* dan berkerja secara efisien pada kecepatan yang rendah. Tujuan penelitian ini adalah ingin mengetahui *power output* optimal alternator pada *head* maksimal 2 m, dan *coefficient of power* (Cp). Hasil penelitian ini menunjukkan pada debit 11,9 l/s dengan variasi *overlap* 0,3 didapatkan nilai maksimal *power output* yaitu 30,58 Watt, dan nilai *coefficient of power* 0,1893, lalu pada debit 2,94 l/s dengan variasi *overlap* yang sama didapatkan nilai maksimal *power output* yaitu 1,84 Watt dan nilai *coefficient of power* 0,0659.

Kata kunci : *overlap ratio, pico hydro, savonius turbine, coefficient of power, power output*

# ***EXPERIMENTAL ANALYSIS EFFECT BLADE OVERLAP RATIO FOR PERFORMANCE OF SAVONIUS HORIZONTAL AXIS WATER TURBINE***

**Hasnul Khuluqi**

Mechanical Engineering Department

Sebelas Maret University

Indonesia

Email : [khuluqi\\_hasnul@yahoo.com](mailto:khuluqi_hasnul@yahoo.com)

## ***Abstract***

*The rainwater which is harvested and flowed in a 3 inch diameter pipe has potential energy that can be used to generate the turbine generator for producing electricity. This paper was focused on horizontal axis savonius turbine with varied blade overlap ratio in picohydro generator. Savonius turbine is known to utilize the drag force and work efficiently at low velocity. The purpose of this research is to find out optimal power output of alternator at head maximum 2 m, and coefficient of power ( $C_p$ ). The results showed that the flow rate of 11.9 l/s with the overlap variation of 0.3 obtained the maximum power output value of 30.58 Watt, and the coefficient of power 0.1893, for the flow rate of 2.94 l/s with the same overlap variation obtained the maximum power output value of 1.84 Watt and the coefficient of power 0.0659.*

keywords : overlap ratio, pico hydro, savonius turbine, coefficient of power, power output

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat, barokah, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir **“ANALISIS EKSPERIMENTAL PENGARUH RASIO *OVERLAP* SUDU TERHADAP UNJUK KERJA *SAVONIUS HORIZONTAL AXIS WATER TURBINE*”** ini dengan baik. Penyusunan tugas akhir ini selain merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan tingkat Sarjana pada Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Sebelas Maret juga dimaksudkan untuk menambah wawasan di bidang pembangkit listrik tenaga air yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi kebutuhan energi yang sangat besar saat ini.

Dalam Penyelesaian Skripsi ini tidaklah mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini, terutama kepada:

1. Umi, abi, ibu syamsiyah selaku orang tua dan keluarga yang selalu memberi semangat, pesan-pesan yang bermanfaat sehingga membuat semangat saya tak berhingga
2. Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi dan dosen pembimbing I Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret yang telah membimbing dan memberikan motivasi selama menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak D. Danardono, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan laporan Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyempurnakan Laporan Tugas Akhir.
4. Seluruh Dosen, Staf, dan karyawan jurusan teknik mesin fakultas teknik Universitas Sebelas Maret atas jasa-jasanya selama penulis menuntut ilmu.

5. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret sebagai keluarga kedua yang selalu memotifasi untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini (khususnya untuk teman satu kelompok Tugas akhir, Alpriza Sakti, Ary Prasetyo, Imron Hamzah, Sidik Tedja, Taufan Sanditya).
6. Semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga mengantarkan mengatarkan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Qonita Uly Nikmah selaku wanita yang selalu memberi semangat, nasihat, Dll. Sehingga membuat saya sangat bersemangat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan laporan ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan, kesalahan dan kekhilafan karena keterbatasan kemampuan penulis, untuk itu sebelumnya penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan yang bersifat membangun atas laporan ini.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun kita bersama.

Surakarta, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL.....                    | i   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....             | ii  |
| Abstrak .....                         | iii |
| <i>Abstract</i> .....                 | iv  |
| KATA PENGANTAR .....                  | v   |
| DAFTAR ISI.....                       | vii |
| DAFTAR GAMBAR .....                   | ix  |
| DAFTAR TABEL.....                     | x   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                 | xi  |
| BAB I PENDAHULUAN .....               | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....              | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....             | 2   |
| 1.3 Batasan Masalah.....              | 2   |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....            | 2   |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....          | 2   |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....       | 3   |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....          | 4   |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....            | 4   |
| 2.2 Dasar teori .....                 | 7   |
| 2.3 Turbin air.....                   | 8   |
| 2.4 Gaya Pada Turbin.....             | 10  |
| 2.5 Pemilihan Turbin Air .....        | 11  |
| 2.6 <i>Tip Speed Ratio</i> .....      | 12  |
| 2.7 <i>Coeffisient Of Power</i> ..... | 12  |
| 2.8 Kecepatan Fluida.....             | 13  |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....    | 14  |
| 3.1 Alat Pengujian.....               | 14  |
| 3.2 Turbin.....                       | 15  |
| 3.3 Simulasi.....                     | 18  |



|  |    |
|--|----|
| 3.4 Prosedur Penelitian.....   | 21 |
| 3.5 Diagram Alir Penelitian .....  | 23 |
| BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....  | 24 |
| 4.1 Analisa <i>Computational Fluid Design</i> .....                                    | 24 |
| 4.2 Analisa Data .....   | 26 |
| 4.3 Analisa Pengaruh Rasio <i>Overlap</i> Sudu Terhadap Putaran Turbin.....            | 29 |
| 4.4 Analisa Pengaruh Rasio <i>Overlap</i> Sudu Terhadap <i>Power Output</i> .....      | 31 |
| 4.5 Analisa Pengaruh <i>Tip Speed Rasio</i> Terhadap <i>Coeffisient Of Power</i> ..... | 33 |
| BAB V PENUTUP.....   | 35 |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 35 |
| 5.2 Saran.....   | 35 |
| DAFTAR PUSTAKA   |    |
| Lampiran   |    |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Skematik <i>Savonius Overlap</i> dan <i>Non Overlap</i> .....                              | 4  |
| Gambar 2.2 Skematik RWH sistem .....  | 5  |
| Gambar 2.3 Skematik Rotor Turbin Angin <i>Savonius</i> .....  | 6  |
| Gambar 2.4 Perbandingan <i>Power Output</i> Turbin Air dengan Turbin Angin ....                       | 6  |
| Gambar 2.5 Gambar 2.5 Turbin Impuls .....   | 7  |
| Gambar 2.6 Turbin Impuls.....   | 8  |
| Gambar 2.7 Turbin Reaksi .....  | 8  |
| Gambar 2.8 Perbandingan Antara Debit dengan Head .....  | 9  |
| Gambar 3.1 Skematik Alat Pengujian.....   | 14 |
| Gambar 3.2 Skematik Cara Kerja Alat Uji .....   | 15 |
| Gambar 3.3 Dimensi Turbin .....   | 16 |
| Gambar 3.4 Variasi Turbin <i>Savonius</i> .....   | 17 |
| Gambar 3.5 <i>Boundary Conditions</i> .....   | 18 |
| Gambar 3.6 Distribusi Kecepatan Turbin Propeler Hasil Simulasi yang Dilakukan Oleh Yu War Myint ..... | 19 |
| Gambar 3.7 Distribusi Kecepatan Turbin Propeler Hasil Simulasi <i>Running</i> Ulang .                 | 20 |
| Gambar 3.8 Grafik Validasi (Myint) dan Data Percobaan (Prasetyo, dkk 2016)...                         | 21 |
| Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Rasio <i>Overlap</i> Terhadap Torsi.....                                   | 25 |
| Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Debit fluida Terhadap Daya Input .....                                 | 27 |
| Gambar 4.3 Luas Penampang Pipa .....  | 28 |
| Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Rasio <i>Overlap</i> Dengan Putaran Turbin                          | 29 |
| Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Rasio <i>Overlap</i> Dengan <i>Power Output</i> .                   | 31 |
| Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara TSR Terhadap $C_p$ pada Rasio <i>Overlap</i>                        | 33 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi <i>Power Output</i> .....        | 8  |
| Tabel 3.1 Nilai Data Validasi dan Data Percobaan ..... | 20 |
| Tabel 4.1 Pengaruh Rasio Terhadap Torsi .....          | 24 |
| Tabel 4.2 Variasi Debit dan Head yang dihasilkan.....  | 26 |
| Tabel 4.3 Kecepatan fluida .....                       | 28 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 1 Variasi Debit.....                                  | 36 |
| Lampiran 2 Data Percobaan Tegangan, Arus, Putaran .....        | 37 |
| Lampiran 3 Analisa Perhitungan Data .....                      | 37 |
| Lampiran 4 Data Hasil Perhitungan.....                         | 42 |
| Lampiran 5 Simulasi (Distribusi Aliran).....                   | 46 |
| Lampiran 6 <i>Physical Properties of Water</i> (SI Units)..... | 50 |